

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 38 17 809 A 1**

⑤1 Int. Cl. 4:
G 01 M 7/00
G 01 M 17/02
G 01 M 17/04
G 01 D 7/02

②1 Aktenzeichen: P 38 17 809.5
②2 Anmeldetag: 26. 5. 88
④3 Offenlegungstag: 7. 12. 89

Behördenstempel

DE 3817809 A1

⑦1 Anmelder:
Lehn, F. Heinrich, Dr.-Ing., 7130 Mühlacker, DE

⑦4 Vertreter:
Geitz, H., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 7500 Karlsruhe

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

⑤4 Vorrichtung zur Schwingungsüberwachung der Radsysteme insbesondere von Kraftfahrzeugen während des Fahrbetriebs

Bei der Vorrichtung sind im Bereich der Lagerung und/oder Aufhängung eines jeden Fahrzeugrades wenigstens ein Beschleunigungssensor als Schwingungsaufnehmer angeordnet und eine die Signale der einzelnen Schwingungsaufnehmer getrennt verarbeitende Auswerteschaltung vorgesehen. Der Auswerteschaltung ist eine Anzeigevorrichtung nachgeschaltet, die eine Anzeige für jedes Radsystem und eine Fehleranzeige für jede überwachte Funktion, wie Wuchtzustand, Stoßdämpfer, Reifenluftdruck und Reifengeometrie, besitzt.

DE 3817809 A1

Beschreibung

Bei Fahrwerken von Kraftfahrzeugen kann die Straßenhaftung der Fahrzeugräder durch Raderschwingungen gemindert und dadurch können der Fahrkomfort und die Sicherheit empfindlich beeinträchtigt werden. Bei unzulänglich ausgewuchteten Fahrzeugrädern treten Resonanzerscheinungen der Raderschwingungen vornehmlich im Geschwindigkeitsbereich zwischen 80 km/h und 120 km/h auf.

Neben der Auslegung des Fahrwerks bestimmen die Reifengeometrie, der Wuchtzustand der umlaufenden Fahrzeugräder, der Reifenluftdruck und der Zustand der Stoßdämpfer das Fahrverhalten wesentlich. Veränderungen des Zustands der Stoßdämpfer, des Reifenluftdrucks und der Reifengeometrie führen zu einer den Fahrkomfort und auch die Fahrsicherheit beeinträchtigenden Änderung des Fahrverhaltens. Insbesondere aber beeinträchtigen Änderungen des Wuchtzustandes der Fahrzeugräder die Straßenhaftung und damit die Fahrsicherheit. Eklatant werden derartige Beeinträchtigungen, wenn mehrere abnormale Zustände zusammenreffen, wie etwa eine unzulässig große Unwucht eines Rades und eine Funktionsstörung des diesem Rad zugeordneten Stoßdämpfers.

Die Räder von Kraftfahrzeugen werden im allgemeinen auf stationären Unwuchtmaschinen ausgewuchtet, müssen aber wegen des Verschleißes der Reifen im Fahrbetrieb und nach jedem Reifenwechsel von Zeit zu Zeit nachgewuchtet werden. In der Regel geschieht auch dies auf stationären Auswuchtmaschinen.

Da die Radsysteme von Kraftfahrzeugen aus mehreren jeweils einzeln ausgewuchteten Teilen aufgebaut sind und sich aus den Toleranzen der Einzel-Restunwuchten unzulässig hohe System-Restunwuchten ergeben können, kommt auch das Finish-Balancer-Verfahren zur Anwendung, bei dem die Fahrzeugräder im montierten Zustand in einer Ebene nachgewuchtet werden.

Bei diesem Verfahren muß im unterkritischen Bereich gewuchtet werden und die Dämpfung darf sich während des Wuchtvorganges nicht drehzahlabhängig verändern. Das Wuchten im unterkritischen ist in aller Regel möglich, weil alle rotierenden Systemteile beim Herstellungsprozeß vorgewuchtet sind. Die Forderung hingegen, daß sich die Dämpfung mit der Raddrehzahl nicht ändern darf, ist insbesondere bei modernen Fahrwerken nicht erfüllt, weil derartige Fahrwerke so ausgelegt sind, daß eine drehzahlabhängige Änderung der Dämpfung eintritt.

Angesichts der gewollt drehzahlabhängigen Dämpfungsänderungen können bei modernen Fahrwerken mit dem gewöhnlichen Finish-Balancer-Verfahren keine zuverlässigen Meßwerte ermittelt werden. Die mit diesem Verfahren ermittelten Positionsangaben festgestellter Unwuchten können mit erheblichen Winkelfehlern behaftet sein und es können auch zwei Lösungen herauskommen. Der zutreffende Wert ist in solchen Fällen nur empirisch zu ermitteln.

Das gewöhnliche Finish-Balancer-Verfahren erweist sich mithin bei modernen Fahrwerken als nur bedingt brauchbar. Dieses Verfahren ist aber auch insofern unzulänglich, als es nicht in der Lage ist, die fahrzeugtypische Schwingungscharakteristik des auszuwuchtenden Mehrmassen-Radsystems zu erfassen, also laufend Meßwerte mit Normwerten zu vergleichen.

Als Folge von Restunwuchten bei Fahrzeugrädern treten umlaufende Unwuchtvektoren auf, die eine Min-

derung der Straßenhaftung bewirken sowie zu Vibrationen im Fahrzeug und zu erhöhtem Reifenverschleiß führen. Unzulässig große Restunwuchten können beispielsweise durch den Verlust eines Unwuchtgewichtes oder auch durch partiell übermäßigen Abtrag von Belagmaterial an den Reifen eintreten, aber auch montagebedingt sein und mithin durchaus bei Neufahrzeugen vorkommen. Angesichts der nur bedingten Zuverlässigkeit der bei Anwendung des Finish-Balancer-Verfahrens zu ermittelnden Meßwerte sind derartige Restunwuchten nur im Fahrbetrieb beim Auftreten von Vibrationen feststellbar.

Diesem gleichermaßen für die Hersteller und Halter von Kraftfahrzeugen unbefriedigenden Zustand soll durch die Erfindung abgeholfen werden.

Gelöst ist diese Aufgabe durch die Schaffung einer Vorrichtung zur Schwingungsüberwachung der Radsysteme insbesondere von Kraftfahrzeugen während des Fahrbetriebs, bei der im Bereich der Lagerung und/oder Aufhängung eines jeden Fahrzeugrades wenigstens ein Beschleunigungssensor als Schwingungsaufnehmer angeordnet sowie eine die Signale der einzelnen Schwingungsaufnehmer getrennt verarbeitende Auswerteschaltung vorgesehen sind und der Auswerteschaltung eine Anzeigeeinrichtung nachgeschaltet ist, die eine Anzeige für jedes Radsystem und eine Fehleranzeige für jede überwachte Funktion (Wuchtzustand, Stoßdämpfer, Reifenluftdruck und Reifengeometrie) besitzt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es, während des Fahrbetriebs die Wuchtzustände der Radsysteme, die Funktion der Stoßdämpfer, den Luftdruck der einzelnen Reifen und deren Geometrie laufend zu überwachen und etwaig auftretende Abweichungen vom vorgegebenen Normalzustand zur Anzeige zu bringen, so daß der Fahrer eines mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgerüsteten Fahrzeugs unverzüglich nach dem Auftreten von Normabweichungen über letztere unterrichtet und vor sich anbahnenden Sicherheitsrisiken gewarnt wird.

Die Überwachung von Radsystemen bei Kraftfahrzeugen während des Fahrbetriebs ist allerdings schon bekannt. So offenbart die DE-OS 29 05 931 eine Vorrichtung zum Überwachen der Stoßdämpfer und des Reifenluftdrucks von Fahrzeugrädern, bei der an einem tragenden Bauteil jedes zu überwachenden Fahrzeugrades ein Beschleunigungssensor angeordnet ist und die Ausgangssignale einer Auswerteschaltung, die den Beschleunigungssensoren nachgeschaltet ist, laufend mit Sollwerten und/oder miteinander verglichen werden und die als Kriterium für den Zustand der Stoßdämpfer und/oder den Reifenluftdruck herangezogenen Vergleichswerte im Falle ihrer Abweichung von vorgegebenen Normwerten eine Warnanzeige auslösen.

Unbefriedigend bei der vorbekannten Vorrichtung ist, daß nur bei Störungen der Stoßdämpferfunktion oder bei Änderungen des Reifenluftdrucks eine Warnanzeige ausgelöst wird, während andere Faktoren, wie der Wuchtzustand der Radsysteme und die Reifengeometrie, unbeschadet ihres wesentlichen Einflusses auf Fahrkomfort und Fahrsicherheit nicht erfaßt werden.

Ferner offenbart die DE-OS 35 41 901 ein Verfahren — und eine der Verfahrensdurchführung dienende Vorrichtung — zur automatisierten Überwachung der Lenk- und Radaufhängungsgeometrie sowie des Wuchtzustandes rotierender, mit dem Lenkgestänge des jeweiligen Kraftfahrzeugs verbundener Teile. Dabei werden an der Lenkung auftretende Drehschwingungen von Induktivgebern erfaßt und mittels einer Klassier-

schaltung als Kriterium des Wuchtzustandes der mit dem Lenkgestänge verbundenen rotierenden Teile bewertet sowie auftretende Abweichungen von einem vorbestimmten Normalbereich zur Anzeige gebracht.

Von diesem Stande der Technik unterscheidet sich die Vorrichtung nach der vorliegenden Erfindung dadurch, daß unter Verwendung von — bekannten — Beschleunigungssensoren als Schwingungsaufnehmer die Radsysteme hinsichtlich ihrer Wuchtzustände, der Beschaffenheit der Stoßdämpfer, des Reifenluftdrucks und der Reifengeometrie überwacht und etwaig auftretende Abweichungen von definierten Normalzuständen zur Anzeige gebracht werden. Gemäß der Erfindung erfährt der Fahrer somit eine unverzügliche Unterrichtung über etwaige Unregelmäßigkeiten aller für die Fahr-sicherheit und den Fahrkomfort wesentlichen Faktoren.

Eine zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß zur Positionsermittlung etwaiger Unwuchten jedem Radsystem ein Drehzahl- und Winkelaufnehmer zugeordnet und jedes Fahrzeugrad mit einer Umfangsmarkierung versehen ist, daß die Drehzahl- und Winkelaufnehmer auf die Auswerteschaltung geschaltet sind, daß letztere eine Speicherstufe zum Speichern einer begrenzten Anzahl aufeinanderfolgender Signale (Signalzyklen) umfaßt, daß der Speicherstufe die Anzeigeeinrichtung nachgeschaltet ist und daß die Anzeigeeinrichtung ein Anzeigefeld für die ermittelte Unwucht jeweils eines Fahrzeugrades nach Betrag und Lage (Umfangswinkel) aufweist.

Diese Ausgestaltung der Erfindung ermöglicht neben der qualitativen Anzeige von Unregelmäßigkeiten auch die quantitative Erfassung auftretender Unwuchten, indem die diesbezüglichen Signale der den einzelnen Radsystemen zugeordneten Beschleunigungssensoren und Drehzahl- und Winkelaufnehmer im Fahrbetrieb permanent erfaßt und in einer begrenzten Anzahl aufeinanderfolgender Zyklen, aus denen signifikante Merkmale für die Fehleranzeige hervorgehen, abgespeichert werden. Neben der Angabe, an welchem Fahrzeugrad Unregelmäßigkeiten aufgetreten sind, können Unwuchten nach Betrag und Lage zur Anzeige gebracht werden.

Eine Weiterbildung der zuletzt genannten Ausgestaltung sieht vor, daß die Anzeigeeinrichtung zwei voneinander unabhängige Anzeigefelder besitzt und daß ein Anzeigefeld, welches unmittelbar auf die Auswerteschaltung geschaltet ist, zur qualitativen Anzeige von Funktionsstörungen für den Fahrzeugführer dient, während das andere Anzeigefeld wahlweise auf den Speicher der Auswerteschaltung schaltbar ist und den Abruf gespeicherter Signale als signifikante Daten für quantitative Fehleranzeigen ermöglicht.

Eine Ausführungsform der Erfindung soll nachstehend anhand der beigefügten Zeichnung erläutert werden. In schematischen Ansichten zeigen:

Fig. 1 den grundsätzlichen Aufbau der Vorrichtung zur Schwingungsüberwachung der Radsysteme von Kraftfahrzeugen während des Fahrbetriebs,

Fig. 2 in einem Blockschaltbild das Signalverarbeitungsschema der Vorrichtung,

Fig. 3 eine Verknüpfungsmatrix des Signalverarbeitungsschemas nach Fig. 2,

Fig. 4 ein Display einer Anzeigevorrichtung zur qualitativen Fehleranzeige und

Fig. 5 ein weiteres Display der Anzeigevorrichtung zur quantitativen Fehleranzeige.

In Fig. 1 sind die überwachten Radsysteme nach ihrer Lage am Fahrzeug mit "LV" für links vorn, "RV" für rechts vorn und sinngemäß mit "LH" und "RH" für die

hinteren Fahrzeugräder bezeichnet. Jedes Radsystem ist mit einem an der jeweiligen Radlagerung angeordneten Beschleunigungssensor *b* und mit einem Winkelaufnehmer *w* ausgerüstet, der mit einer nicht gezeigten Umfangsmarkierung am zugeordneten Fahrzeuggrad zusammenwirkt. Die Beschleunigungssensoren und Winkelaufnehmer sind auf eine elektronische Auswerteschaltung 10 geschaltet, die unten anhand des Signalverarbeitungsschemas nach Fig. 2 noch näher erläutert wird und der eine Anzeigevorrichtung 12 nachgeschaltet ist.

Das Signalverarbeitungsschema nach Fig. 2 zeigt, daß die Auswerteschaltung 10 eine Eingangsstufe 14, eine Prozessorstufe 16, eine Ausgangsstufe 18 und eine Speicherstufe 20 umfaßt, die hinsichtlich ihrer baulichen Einzelheiten hier keiner Erörterung bedürfen. Die den einzelnen Radsystemen zugeordnete Beschleunigungssensoren *b* und Winkelaufnehmer *w* sind für jedes Radsystem getrennt auf die Eingangsstufe 14 geschaltet. Ferner zeigt Fig. 2, daß die Anzeigevorrichtung 12 ein unmittelbar auf die Ausgangsstufe 18 geschaltetes Display 22 besitzt, das eine qualitative Fehleranzeige vermittelt, sowie ein weiteres Display 24, das eine quantitative Fehleranzeige liefert und beispielsweise mittels eines Werkstatt-Prüfadaptors wahlweise auf die Speicherstufe 20 schaltbar ist, was die bei 26 angedeutete Unterbrechung der Schaltverbindung zwischen dem Display 24 und der Speicherstufe 20 andeutet.

Die im Fahrbetrieb an den Radsystemen auftretenden Schwingungen werden je Radsystem mittels des im Bereich der Lagerung oder Aufhängung des betreffenden Fahrzeugrades angeordneten Beschleunigungssensors *b* gemessen, der als Schwingungsaufnehmer dient. Die Positionsbestimmung etwaiger Unwuchten erfolgt am laufenden Rad mittels des dem jeweiligen Rad zugeordneten Winkelaufnehmers in Verbindung mit einer an dem Fahrzeugrad angeordneten Umfangsmarkierung. Bei den Winkelaufnehmern kann es sich insbesondere um berührungslose Induktivgeber handeln.

Die von den Beschleunigungssensoren *b* und den Winkelaufnehmern *w* gemessenen analogen Signale gelangen an die Eingangsstufe 14 der elektronischen Auswerteschaltung 10, und zwar je Radsystem gesondert. In der Eingangsstufe der Auswerteschaltung werden die analogen Signale beispielsweise in Digital-Signale umgewandelt. Die Signalverarbeitung erfolgt dann in der in ihrem Aufbau im einzelnen hier nicht interessierenden Prozessorstufe 16 der Auswerteschaltung, wobei die empfangenen Signale beispielsweise mit vorgegebenen Normsignalen, die dem Normalzustand entsprechen, verglichen und bei auftretenden Abweichungen von den vorgegebenen Normwerten Fehlersignale gebildet werden, wenn diese Abweichungen einen bestimmten Toleranzbereich überschreiten. Die Ausgabe der Fehlersignale erfolgt über eine der Prozessorstufe 16 nachgeschaltete Ausgangsstufe 18 der Auswerteschaltung. Die Digital-Signale der Prozessorstufe können digital oder auch nach vorheriger Umwandlung analog ausgegeben werden.

Von der Ausgangsstufe 18 können die Signale unmittelbar oder unter Zwischenschaltung der Speicherstufe 20 an die Anzeigevorrichtung 12 gelangen und dort in den voneinander getrennten Anzeigefeldern (Displays) zur Anzeige gebracht werden. Die beiden Displays 22, 24 sind jeweils für sich in den Fig. 4 und 5 veranschaulicht.

Das Display 22 der Anzeigevorrichtung ist mit je einer Markierung (LV, RV, LH, RH) für jedes Radsystem

ausgerüstet und besitzt darüber hinaus Anzeigen für die Überwachung des Wuchtzustandes, der Stoßdämpfer, des Reifenluftdrucks und der Reifengeometrie. Dieses Anzeigefeld dient der quantitativen Anzeige aufgetretener Unregelmäßigkeiten und mithin zur Unterrichtung des Fahrers eines Kraftfahrzeugs. So signalisieren beispielsweise die Anzeigen "LH" und "Luftdruck", daß eine Normabweichung des Reifenluftdrucks am Fahrzeugrad links hinten vorliegt. Die Signale der Ausgangsstufe 18 der Auswerteschaltung 10 gelangen unmittelbar zu diesem Display der Anzeigevorrichtung.

Mittels des weiteren Displays 24 der Anzeigevorrichtung, das auf die Speicherstufe 20 der Auswerteschaltung 10 schaltbar ist, können die im Fahrbetrieb aufgetretenen Unregelmäßigkeiten für jedes einzelne Radsystem quantitativ angezeigt werden. In Fig. 5 ist insoweit angedeutet, daß am linken Vorderrad eine Unwucht aufgetreten ist, die durch Anbringung eines 30 g-Gewichtes unter einem Winkel von 120° ausgeglichen werden muß. Mittels des zuletzt genannten Displays wird mithin angezeigt, an welchem Rad ein Ausgleichsgewicht bestimmter Größe unter einem bestimmten Winkel anzubringen ist.

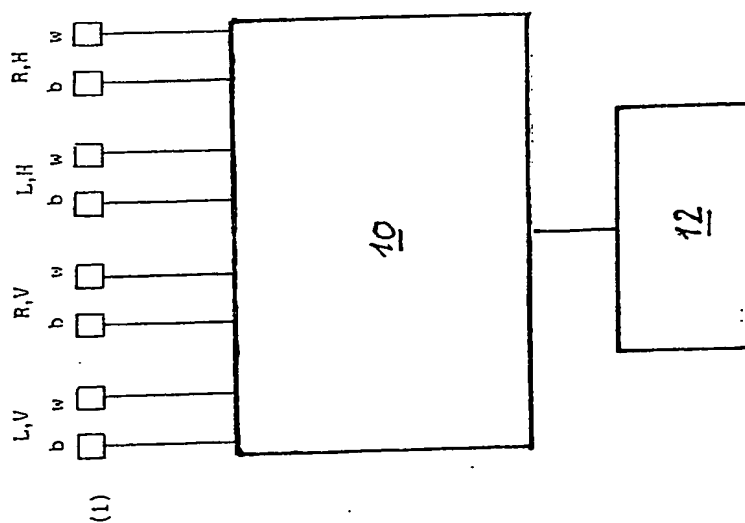
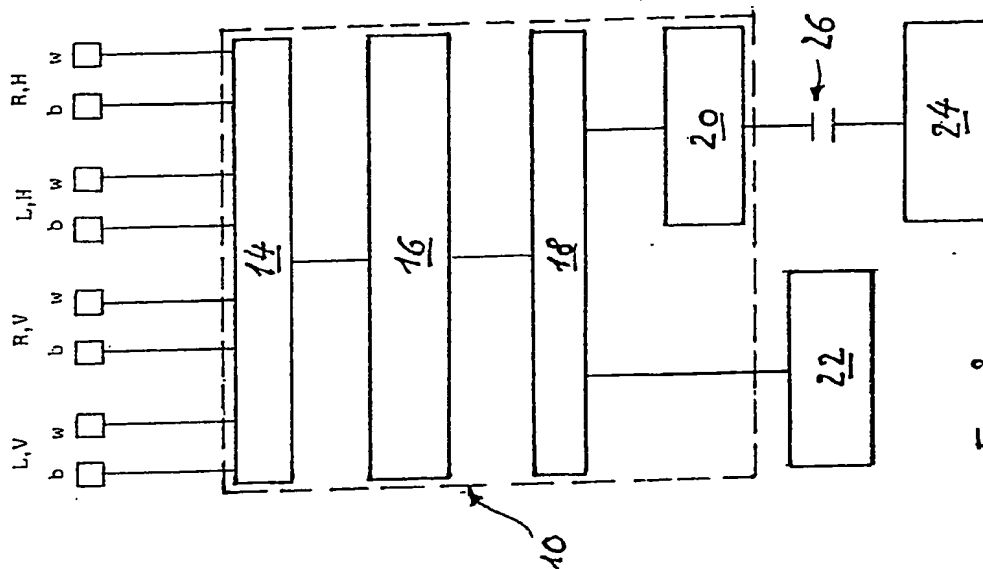
Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Schwingungsüberwachung der Radsysteme insbesondere von Kraftfahrzeugen während des Fahrbetriebs, bei der
 - im Bereich der Lagerung und/oder Aufhängung eines jeden Fahrzeugrades wenigstens ein Beschleunigungssensor (b) als Schwingungsaufnehmer angeordnet sowie
 - eine die Signale der einzelnen Schwingungsaufnehmer getrennt verarbeitende Auswerteschaltung (10) vorgesehen sind und
 - der Auswerteschaltung eine Anzeigeeinrichtung (12) nachgeschaltet ist,
 - die eine Anzeige für jedes Radsystem und eine Fehleranzeige für jede überwachte Funktion (Wuchtzustand, Stoßdämpfer, Reifenluftdruck und Reifengeometrie) besitzt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Positionsermittlung etwaiger Unwuchten jedem Radsystem ein Drehzahl- und Winkelaufnehmer (w) zugeordnet und jedes Fahrzeugrad mit einer Umfangsmarkierung versehen ist, daß die Drehzahl- und Winkelaufnehmer auf die Auswerteschaltung (10) geschaltet sind, daß letztere eine Speicherstufe (20) zum Speichern einer begrenzten Anzahl aufeinanderfolgender Signale (Signalzyklen) umfaßt, daß der Speicherstufe die Anzeigeeinrichtung (12) nachgeschaltet ist und daß die Anzeigeeinrichtung ein Anzeigefeld (24) für die an einem Fahrzeugrad ermittelte Unwucht nach Betrag und Lage (Umfangswinkel) aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigeeinrichtung (12) zwei voneinander unabhängige Anzeigefelder (22, 24) besitzt und daß ein Anzeigefeld, welches unmittelbar auf die Auswerteschaltung (10) geschaltet ist, zur qualitativen Anzeige von Funktionsstörungen für den Fahrzeugführer dient, während das andere Anzeigefeld wahlweise auf den Speicher (12) der Auswerteschaltung schaltbar ist und den Abruf gespeicherter Signale als signifikante Daten für quantitative Fehleranzeigen der überwachten Funktionen ermöglicht.

3817209

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

38 17 809
G 01 M 7/00
26. Mai 1988
7. Dezember 1989



| | | | | |
|---|--|--|--|---|
| $\left\{ \begin{array}{cccc} (b,w)_{11} & (b,w)_{12} & (b,w)_{13} & (b,w)_{14} \\ e_{21} & e_{22} & e_{23} & e_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \\ d_{51} & d_{52} & s_{53} & s_{54} \\ 0 & 0 & d_{63} & d_{64} \end{array} \right\}$ | | | | Sensor-Ebene. b = Beschleunigung w = Winkel |
| | | | | e = Eingangsstufe |
| | | | | p = Prozessorstufe |
| | | | | a = Ausgangsstufe |
| | | | | s = Speicherstufe |
| | | | | d = Anzeige-Ebene |
| | | | | d = Anzeige-Ebene |

Fig. 3

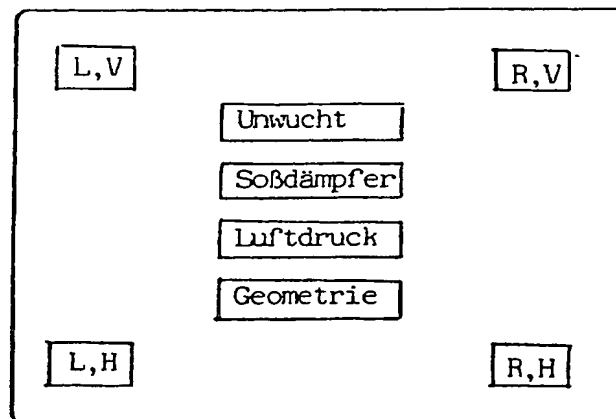


Fig. 4

| | |
|----------|----------|
| Rad: | L, V |
| Gewicht: | 30 gr |
| Winkel: | 120 Grad |

Fig. 5